

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 7 月 11 日 (11.07.2002)

PCT

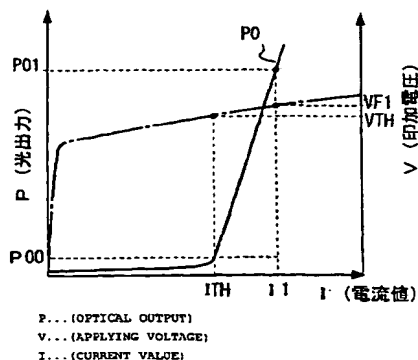
(10) 国際公開番号
WO 02/054109 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G01S 17/10, (72) 発明者; および
G01C 3/06, G01B 11/00, G04F 10/10 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲葉 直人 (IN-
ABA, Naoto) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 長
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/11243 沢 昌弥 (NAGASAWA, Masaya) [JP/JP]; 〒100-8331 東
(22) 国際出願日: 2001 年 12 月 21 日 (21.12.2001) 京都千代田区丸の内三丁目2番3号株式会社ニコ
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 細江 利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒221-0822 神
(26) 国際公開の言語: 日本語 奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目3番6号コー
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): CN, JP, US.
特願 2000-399169 2000 年 12 月 27 日 (27.12.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 添付公開書類:
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP). — 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING EMISSION TIMING, EMISSION TIMING DETECTOR AND DISTANCE MEASURING APPARATUS

(54) 発明の名称: 発光タイミング検出方法、発光タイミング検出装置、及び測距装置



(57) Abstract: A laser distance measuring apparatus (100) comprising a semiconductor laser (112) having such an emission timing as a voltage V being applied to the semiconductor laser (112) reaches a specified level ($V_{TH} - V_F$) at which a constant optical output $P01$ is produced from the semiconductor laser (112). The timing at which light is emitted at a constant output from a light emitting element can thereby be detected accurately.

(57) 要約:

レーザ測距装置 100 では、半導体レーザ 112 の発光タイミングが、半導体レーザ 112 に印加された電圧 V が所定電圧 ($V_{TH} \sim V_F$) に達したタイミングとしている。所定電圧 ($V_{TH} \sim V_F$) は、半導体レーザ 112 から一定の光出力 $P01$ が出力される電圧である。これにより、発光素子から一定の光出力の光が照射されるタイミングを、精度よく検出することができる。

BEST AVAILABLE COPY

WO 02/054109 A1

WO 02/054109 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

発光タイミング検出方法、発光タイミング検出装置、及び測距装置

技術分野

本発明は、発光素子の発光タイミング検出方法、発光タイミング検出装置及び測距装置に関するものであり、特にパルス状のレーザ光の検出
5 に適用して有用な発光タイミング検出方法、発光タイミング検出装置及びこれを用いた測距装置に関するものである。

背景技術

パルス状のレーザ光を目的物に照射して、その反射光を検出し、照射
10 タイミング（発光タイミング）から受光タイミングまでの時間差と、当該光の速度から目的物までの距離を求めるレーザ測距方法が知られている。

このレーザ光測距方法では、上記した時間差の計測精度が低いと、距離の計測精度を低下させることになる。

15 ここで、パルス状のレーザ光の発光タイミングと受光タイミングとの時間差は、その間に発生するサンプルクロックパルスの数でカウントされる。従って、レーザ測距方法では、目的物までの距離の計測精度を高めるため、高い周波数の発振器と信号処理能力の高いCPU等が用いられる。

20 例えば、サンプルクロック周波数が80MHz（このときクロック周期は、12.5nsec）の発信器を用いた場合、上記した時間差を検出する最小単位は12.5nsecである。これにレーザ光の速度を考慮すれば、レーザ測距方法での分解能は2m前後となる。

ところで、レーザ光の発光タイミングは、クロックパルスに同期した信号（発光開始信号）に従って制御される。このため、従来のレーザ測距方法では、レーザ光の照射タイミング（発光タイミング）を前記発光開始信号の発生タイミングとして、上記時間差を計数していた。

- 5 しかしながら、上記した発光開始信号を、レーザ光の照射タイミング（発光タイミング）とみなすと、測距の精度が低くなることが、本発明者によって確認された。

- すなわち、レーザ測距を行うために、クロックパルスに同期した上記した発光開始信号に基づいて、ドライバ回路内の定電流源から駆動電流
10 を半導体レーザに供給するが、発光開始信号を受けてからこの駆動電流の値が、所定の光出力が得られる一定値以上になるまでには、一定のタイムラグ Δt （数 nsec オーダの時間遅れ）が生じることが分かった（図 6）。

- それ故、上記のように、クロックパルスと同期する発光開始信号の発生
15 タイミングを照射タイミング（発光タイミング）とすると、上記した遅れ時間 Δt が測距誤差を引き起こし、精度の高い測距ができなかった。

- これを避けるために、例えば、発光開始信号を受けてから所定の光出力値が得られるまでの遅れ時間 Δt を、測距演算の際に差し引く方法が考えられるが、上記遅れ時間 Δt は、温度変動等の使用時の環境によっ
20 て変動するため、この変化分を考慮した補正が煩雑になる。

一方で、半導体レーザの近傍に光検出器を別途配置しておき、半導体レーザが実際に発光したタイミングを検出し、この検出時点より上記時間差を求めることも考えられる。

- しかし、この場合には、部品点数の増加を招く。又、上記遅れ時間 Δ
25 t を僅かな時間間隔（数十 cm の分解能で検出するのであれば 1 nsec 程度）で検出する必要がある、応答速度の高い高価な光検出器を用意しな

ければならず測距装置全体のコスト高を招く。

発明の開示

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、第1の目的は、

- 5 発光素子から一定の光出力の光が照射されるタイミングを、精度よく検出できる発光タイミング検出方法、及び発光タイミング検出装置を提供することである。

- 10 又、本発明の第2の目的は、測距装置において、レーザ光の照射開始を指示する信号の発生から、実際に一定の光出力のレーザ光が照射されるまでに遅れ時間が生じた場合であっても、目的物までの距離を高精度に測定できる測距装置を提供することである。

第1の発明である発光タイミング検出方法は、発光素子に印加された電圧を検出し、該検出された電圧が所定電圧に達したタイミングを、発光素子の発光タイミングとするものである。

- 15 本発明によれば、発光素子に印加される電圧をモニタするだけで、光検出器を別途設けることなく、発光素子の発光タイミングを、高精度に検出することが可能になる。

- 20 第2の発明である発光タイミング検出装置は、発光素子と、前記発光素子に印加される電圧を検出する検出部と、該検出された電圧が所定電圧に達したタイミングを、発光素子の発光タイミングとする発光タイミング検出部とを備えたものである。

本発明によれば、発光素子に印加される電圧をモニタするだけで、光検出器を別途設けることなく、発光素子の発光タイミングを、高精度に検出することが可能になる。

- 25 第3の発明である測距装置は、供給される電圧が所定値を超えたときに一定の光出力のパルス状の光信号を発生させる発光素子と、前記一定

の光出力のパルス状の光信号を目的物に照射する照射部と、前記発光素子に供給される電圧を検出する電圧検出部と、前記目的物から反射されたパルス状の光信号を検知する受光素子と、前記電圧検出部によって検出された電圧が所定値に達した時点から前記パルス状の光信号が検知されるまでの時間を測定する計時部と、前記計時部によって測定された時間と前記パルス状の光信号の速度とに基づいて前記目的物までの距離を算出する距離演算部とを備えたものである。

第4の発明である測距装置は、パルス状の光信号を発生させる発光素子と、前記光信号を目的物に照射する照射部と、前記発光素子に供給される電圧を検出する電圧検出部と、前記目的物から反射された光信号を検知する受光素子と、前記電圧部により検出された電圧が所定値に達した時点から、前記目的物から反射された光信号が検知されるまでの時間を測定する計時部と、前記計時部により測定された時間と前記光信号とに基づいて、前記目的物までの距離を算出する距離演算部とを備えるものである。

図面の簡単な説明

- 図1は、本発明が適用されたレーザ測距装置の斜視図である。
- 図2は、レーザ測距装置の内部構成を示すブロック図である。
- 図3は、発光検出回路の構成を示す回路図である。
- 図4は、半導体レーザの光出力と印加される電圧と定電圧源との関係を示すグラフである。
- 図5は、目的物までの距離を求める際の受光タイミングの測定の様子を示すタイミングチャートである。
- 図6は、従来のレーザ測距方法で求められる発光タイミングと受光タイミングとの時間差 t を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための形態のうち、最良と思われるものを説明するが、本発明の範囲がこれらの説明によって制限を受けるものではない。

5 ない。

(第1の実施の形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について、図1から図5を用いて説明する。

- 図1は、本発明が適用されるレーザ測距装置100の斜視図、図2は、
- 10 その内部構成を示すブロック図である。
- レーザ測距装置100は、図1に示すように、その上面にパワー及び測定開始ボタン101、モード変更102が設けられている。モードボタン101は距離の単位の変更等を行うためのものである。又、その前面にレーザ照射窓103、レーザ受光窓104が設けられ、その背面にファインダ窓(図示省略)が設けられている。

- 15 レーザ測距装置100には、レーザ照射窓103側にコリメートレンズ111が、レーザ受光窓104側に集光レンズ121が配置されている。

- 又、レーザ測距装置100の内部には、図2(a)に示すように、コリメートレンズ111側に、半導体レーザ(発光素子)112、パルス発生回路130、発光検出回路140が配置されている。又、集光レンズ121側に、フォトダイオード(受光素子)122、受信回路150が配置されている。ここで、半導体レーザ112とコリメートレンズ111とで照射部が構成されている。

- 20 制御回路160は、上記したパルス発生回路130、発光検出回路140を制御して、半導体レーザ112から所定のタイミング(発光タイ

ミング)でレーザ光を照射させる。

更に、制御回路160は、目的物1で反射したレーザ光の受光タイミングを受信回路150からの信号に基づいて検知する。

- 5 制御回路160は、発光タイミングと受光タイミングとの時間差(図2(b)のt)を、クロックパルスをカウントすることによって検出する(図5参照)。制御回路160は、この計数した時間差tと、レーザ光の速度とに基づいて、レーザ測距装置100から目的物1までの距離Lを算出する。制御回路160はこの算出結果を、ファインダ内の液晶表示部170にて表示する。ここで、制御回路160は、計時部、発光
- 10 タイミング検出部、距離演算部として機能する。
- ところで、この実施の形態のレーザ測距装置100では、発光検出回路140がレーザ光の照射タイミング(発光タイミング)を示す信号を出力する。

- 15 発光検出回路140は、図3に示すように、コンパレータ142、定電圧源143を有する。このコンパレータ142が、特許請求の範囲における検出部、電圧検出部として機能する。

発光検出回路140のコンパレータ142の一方の端子には、半導体レーザ112の定電流源116側が接続され、他方の端子には定電圧源143が接続されている。

- 20 ここで、半導体レーザ112には、これに電流を供給する電流源116が、スイッチ113を介して接続されている。
- そして、スイッチ113は、パルス発生回路130からの発光開始信号S1によってオンされる。尚、発光開始信号S1は、図5に示すようにクロックパルスに同期して発生する。

- 25 発光開始信号S1によってスイッチ113がオンし、半導体レーザ112に電流源116から電流が流れると、半導体レーザ112の一方の

端子（電流源 1 1 6 側）の電圧 V は、半導体レーザ 1 1 2 を流れる電流値 I に対応して順方向電圧となる。このとき、発光開始信号 $S 1$ の発生タイミングから、この電流が所定の電流値になるまでには時間遅れがある。

- 5 今、図 4 において、この所定の電流値を $I 1$ としたのときに光出力 $P 01$ が得られるとすれば、この光出力 $P 01$ が得られる順方向電圧は $V_{F 1}$ となる。

- 10 従って、半導体レーザ 1 1 2 の一方の端子（電流源 1 1 6 側）の電圧が $V_{F 1}$ となっているのであれば、このとき半導体レーザ 1 1 2 を流れる電流が $I 1$ であるから、半導体レーザ 1 1 2 からは光出力 $P 01$ のレーザ光が発生しているとみなせる。

- 15 コンパレータ 1 4 2 は、この半導体レーザ 1 1 2 の一方の端子（電流源 1 1 6 側）の電圧と、規準電圧 V_0 ($V_{TH} \leq V_0 \leq V_F$) とを比較する。ここで基準電圧 V_0 は所望の光出力に相当する値であり、電圧 V_{TH} は半導体レーザ 1 1 2 からレーザ光が発生し得る値、電圧 V_F は半導体レーザ 1 1 2 を破壊し得ない値である。

従って、 $V_{F 1} < V_F$ とし、 V_0 を $V_{F 1}$ とすれば、コンパレータ 1 4 2 の出力信号が立上るタイミングが、半導体レーザ 1 1 2 から一定の光出力 P_{01} のレーザ光が得られるタイミングを示すことになる。

- 20 このコンパレータ 1 4 2 の出力信号が立上るタイミングは、発光開始信号 $S 1$ に対し駆動電流の遅れ時間 Δt だけ遅れたタイミングである（図 5）。

- 25 このようにコンパレータ 1 4 2 は、半導体レーザ 1 1 2 に印加される電圧 V が、一定値 V_0 ($V_{TH} \leq V_0 \leq V_F$) 以上になるタイミングでオンとなる信号を制御回路 1 6 0 に出力する。

制御回路 1 6 0 は、図 5 に示すように、このコンパレータ 1 4 2 から

の出力信号が立上るタイミングを、半導体レーザ 112 の照射タイミング（発光タイミング）とする。そして、照射タイミングから、受信回路 150 からの受光タイミングまでの時間差 t を求め、この時間差 t と、レーザ光の速度とに基づいて、目的物 1 までの距離を算出する。

- 5 尚、発光検出回路の出力信号 S2 の立上りから、受光パルス S3 の立上りタイミング（受光タイミング）までの時間差 t を計数するに当たっては、この時間差 t を直接カウントしてもよいし、発光開始信号 S1 の立上りタイミングから受光パルス S3 の立上りタイミング（受光タイミング）までの時間差 t' を求め、発光開始信号 S1 の立上りタイミング
- 10 から発光検出回路 140 からの出力信号 S2 の立上りタイミングまでの時間差 Δt を求めて、 t から Δt を減算してもよい。

以上説明したように本実施の形態のレーザ測距装置 100 では、発光検出回路 140 の動きによって半導体レーザ 112 から一定の光出力（P01）が得られるタイミングが検知されるために、パルス発生回路 1

15 30 からの発光開始信号 S1 と発光タイミング（出力信号の立上りタイミングと等価）までの遅れ時間 Δt が、時間差 t の計測に含まれないので、距離の測定精度が向上する。

すなわち、半導体レーザ 112 の一方の端子の電圧をモニタし、その電流電圧特性、電流光出力特性を利用して、半導体レーザ 112 の発光

20 タイミング検出しているため、実際の発光パルスを検出しなくとも、当該発光タイミングを高速に、かつ、高精度に検出可能となる。

従って、発光開始信号発生タイミングから半導体レーザ 112 の発光タイミングまでに時間遅れがあっても、発光タイミングから受光タイミングまでの時間差の計測を誤差なく高精度に行うことができ、レーザ

25 測距装置 100 による測距の精度を向上することができる。

尚、本発明の実施の形態では、駆動回路及びスイッチに関する具体的

な開示はしていないが、レーザ光の発生に用いられる一般的な駆動回路、パルス発生回路に本発明を適用できることはいうまでもない。

又、上記した実施の形態では、レーザ測距装置 100 において、半導体レーザ 112 の発光タイミングを検知する例をあげて説明したが、他
5 の発光素子（例えば、LED）の発光タイミングの検出にも本発明は適用可能である。

産業上の利用可能性

本発明は、発光素子の発光タイミングを計測して計時を行う計時装置
10 や、距離測定に使用できる。

請 求 の 範 囲

1. 発光素子に印加された電圧を検出し、該検出された電圧が所定電圧に達したタイミングを、前記発光素子の発光タイミングとすることを特徴とする発光素子の発光タイミング検出方法。
5
2. 発光素子と、前記発光素子に印加される電圧を検出する検出部と、検出された電圧が所定電圧に達したタイミングを、前記発光素子の発光タイミングとする発光タイミング検出部とを備えていることを特徴とする発光タイミング検出器。
- 10 3. 供給される電圧が所定値を超えたときに一定の光出力のパルス状の光信号を発生させる発光素子と、前記一定の光出力のパルス状の光信号を目的物に照射する照射部と、前記発光素子に供給される電圧を検出する電圧検出部と、前記目的物から反射されたパルス状の光信号を検知する受光素子と、前記電圧検出部によって検出された電圧が所定値に達した時点から、前記パルス状の光信号が検知されるまでの時間を測定する計時部と、前記計時部によって測定された時間と前記パルス状の光信号の速度とに基づいて前記目的物までの距離を算出する距離演算部とを備えていることを特徴とする測距装置。
- 20 4. パルス状の光信号を発生させる発光素子と、前記光信号を目的物に照射する照射部と、前記発光素子に供給される電圧を検出する電圧検出部と、前記目的物から反射された光信号を検知する受光素子と、前記電圧部により検出された電圧が所定値に達した時点から、前記目的物から反射された光信号が検知されるまでの時間を測定する計時部と、前記計時部により測定された時間と前記光信号とに基づいて、前記目的物までの距離を算出する距離演算部とを備えていることを特徴とする測距装置。
25

1/5

図 1

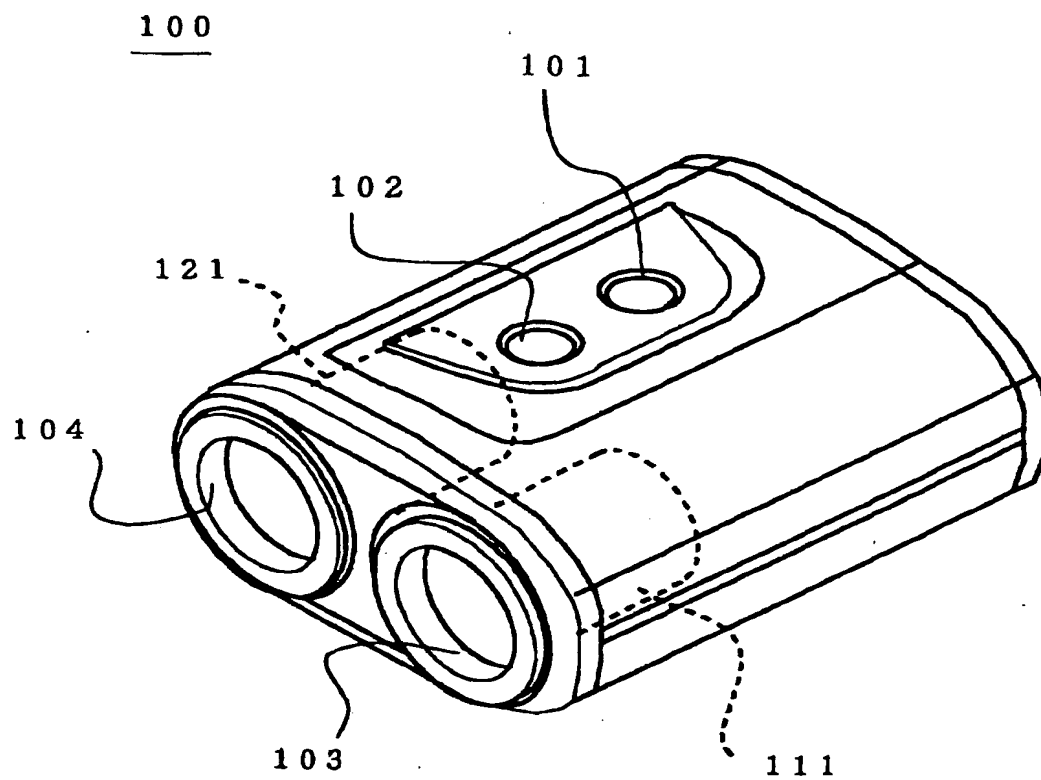


図 2

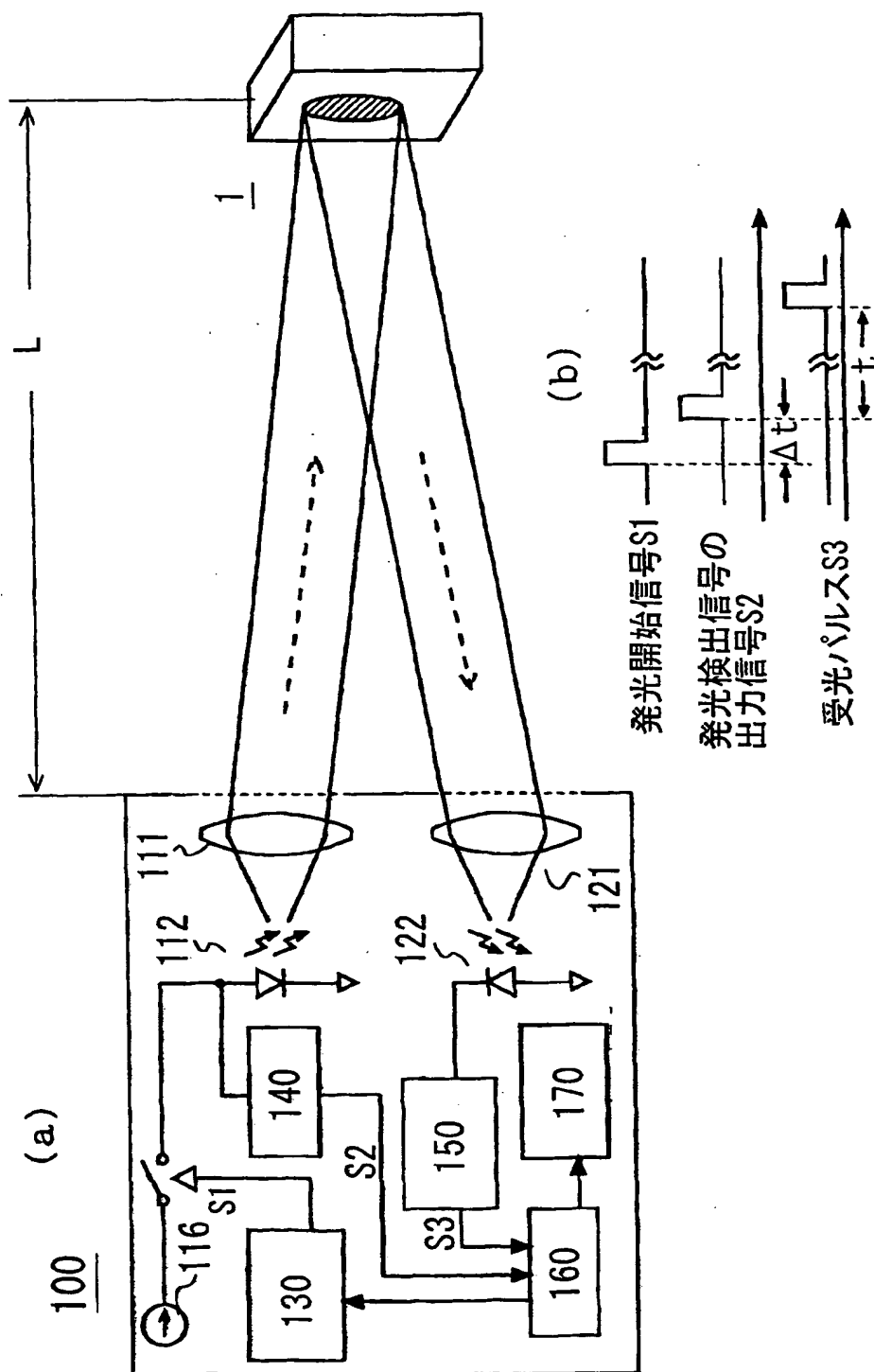


図 3

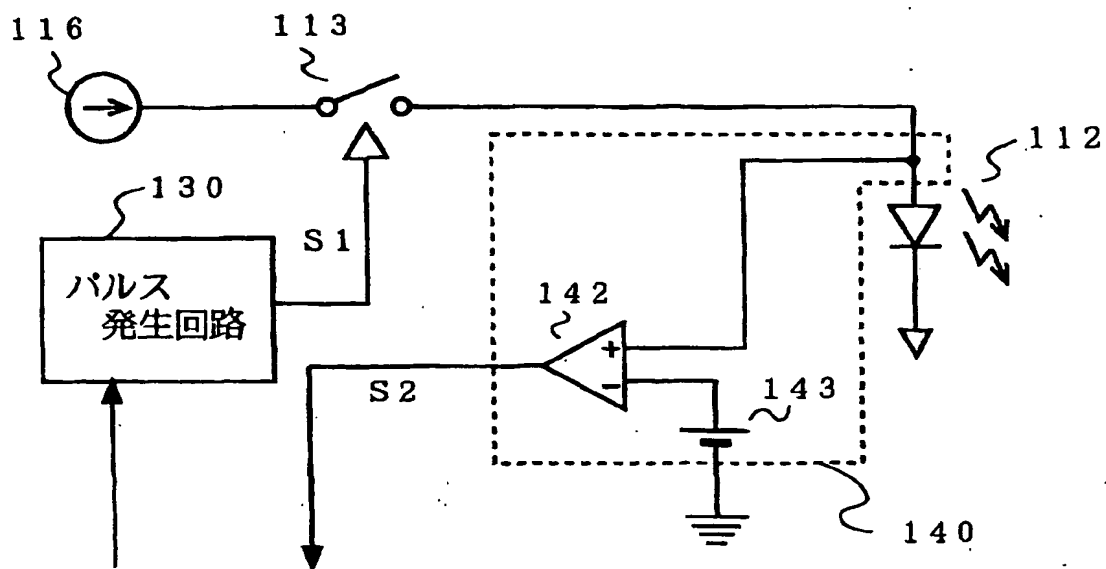


図 4

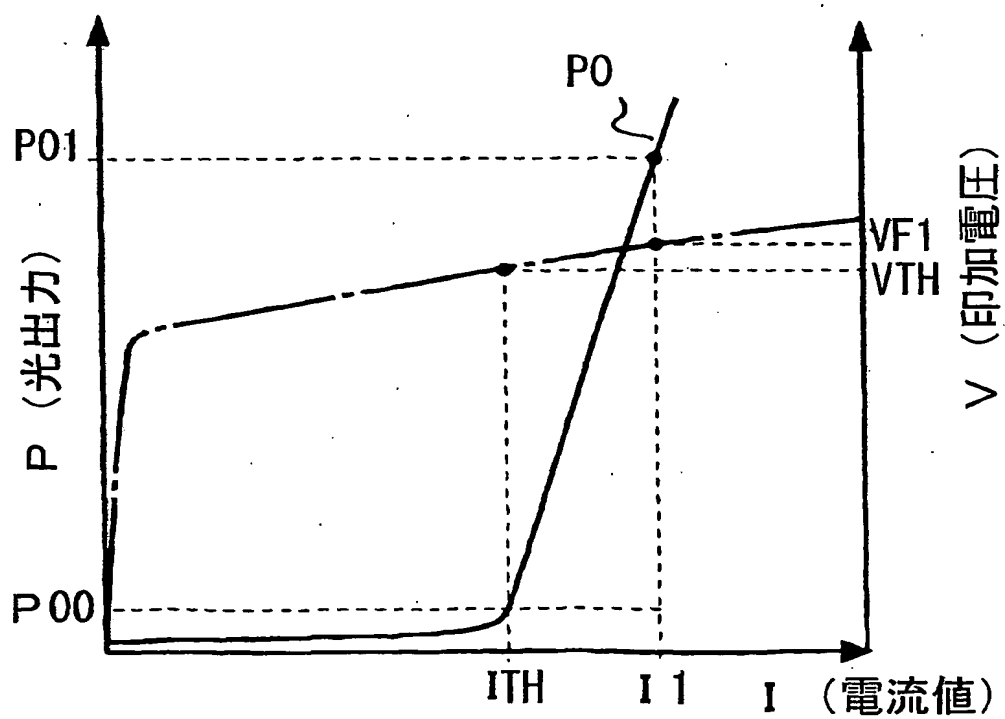


図 5

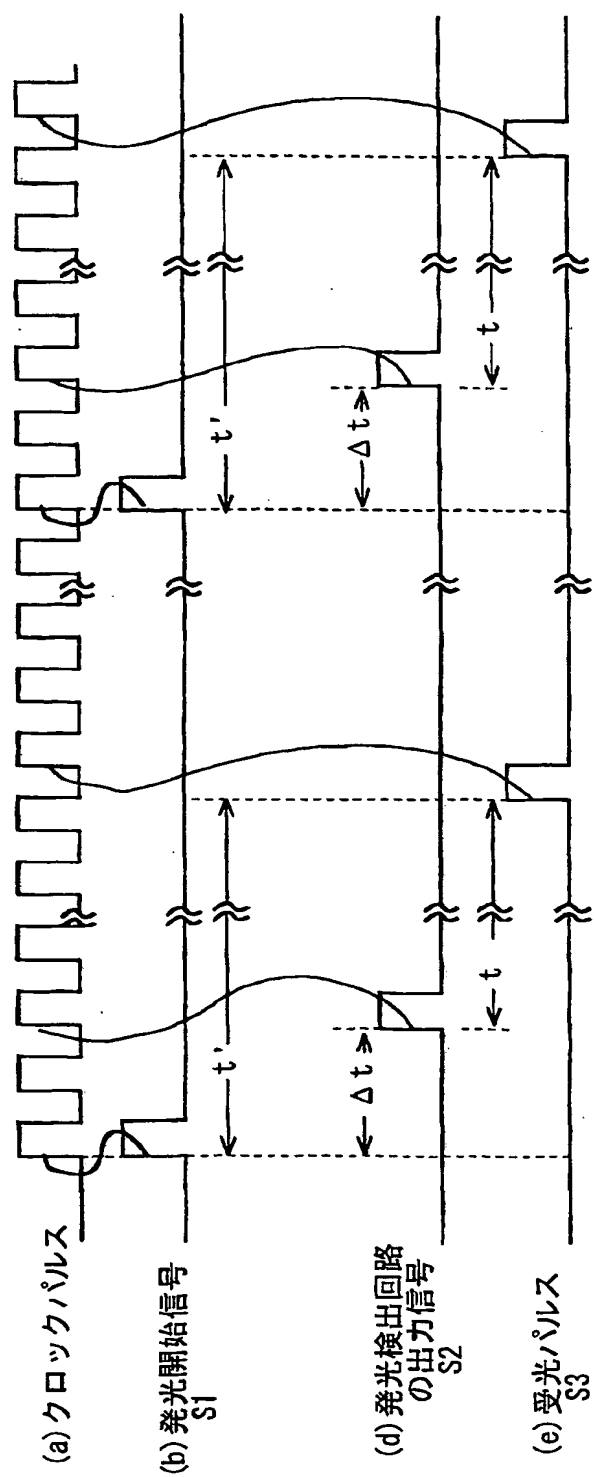
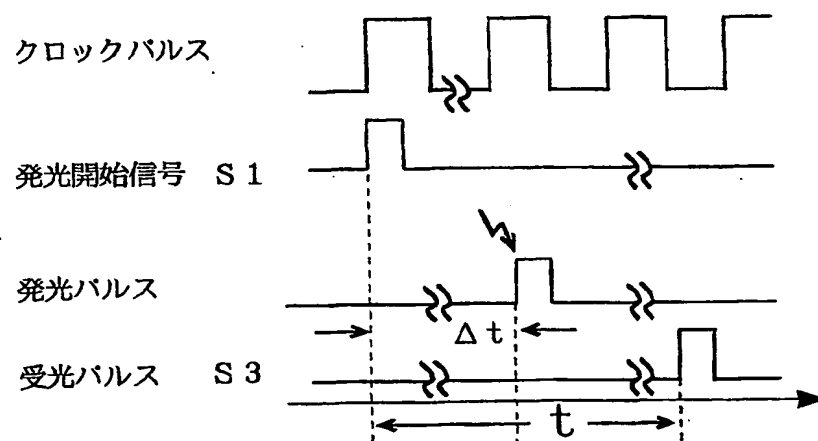


図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/11243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01S17/10, G01C3/06
G01B11/00, G04F10/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01S17/00-17/88, G01B11/00
G01C3/00-3/32, G04F10/00-10/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-184672 A (Fujitsu Ten Limited), 16 July, 1996 (16.07.1996), page 2, right column, lines 13 to 45; Fig. 5 (Family: none)	1-4
X	JP 6-102343 A (Hitachi, Ltd.), 15 April, 1994 (15.04.1994), page 5, left column, lines 2 to 6; Fig. 4 (Family: none)	1-4
A	US 3937575 A (MARTIN MARIETTA CORPORATION), 10 February, 1976 (10.02.1976), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
A	US 5227784 A1 (MAZDA MOTOR CORPORATION), 13 July, 1993 (13.07.1993), Full text; all drawings & JP 4-213799 A & JP 4-236388 A & DE 4140716 A1	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2002 (18.01.02)

Date of mailing of the international search report
29 January, 2002 (29.01.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/11243

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01S17/10, G01C3/06
G01B11/00, G04F10/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01S17/00-17/88, G01B11/00
G01C3/00-3/32, G04F10/00-10/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 8-184672 A (富士通テン株式会社) 1996. 07. 16 第2頁右欄第13行目~第45行目, 第5図 (ファミリーなし)	1-4
X	J P 6-102343 A (株式会社日立製作所) 1994. 04. 15 第5頁左欄第2行目~第6行目, 第4図 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 01. 02

国際調査報告の発送日

29.01.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

神谷 健一



2 S

9705

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 3937575 A (MARTIN MARIETTA CORPORATION) 1976. 02. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	US 5227784 A1 (MAZDA MOTOR CORPORATION) 1993. 07. 13, 全文, 全図 & JP 4-213799 A & JP 4-236388 A & DE 4140716 A1	1-4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.